

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ

А. Ф. Космачев, руководитель Центра кабельных технологий и электроснабжения (Санкт-Петербург)
О. П. Чекстер, Центр энергосбережения и энергоэффективности электроснабжения объектов связи (Филиал ФГУП ЦНИИС – ЛО ЦНИИС)

Промышленные предприятия являются крупными потребителями электричества. Постоянное увеличение стоимости электрической энергии оказывает негативное влияние как на себестоимость производимой продукции, так на другие экономические показатели предприятий. Поэтому возрастает актуальность поиска возможностей и технических решений, позволяющих промышленным предприятиям сократить объемы энергопотребления.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

линии электроснабжения, сверхнормативное потребление электроэнергии, скрытые дефекты кабельных линий, инновационная методика

По оценке ведущих экспертов¹, в ближайшие пять лет стоимость 1 кВт•ч для российских промышленных предприятий возрастет на 1,5–2 руб. (рис. 1). Получается, что даже на предприятиях с постоянным уровнем ежегодного потребления электроэнергии в 2023 году расходы возрастут на 30 % без увеличения объемов производства продукции. Значит, нужно искать практические решения данной проблемы.

Оценка возможных решений

Предлагаемые сегодня решения, как правило, соответствуют двум основным подходам:

- сокращение общего энергопотребления за счет замены существующего оборудования (основного производственного фонда) на более энергоэффективное, с малым расходом электроэнергии на собственные нужды. Однако это требует значительных долговременных затрат, которые на длительный период времени снизят доходы предприятий;
- повышение себестоимости выпускаемой продукции, чтобы покрыть дополнительные расходы на электроэнергию. Однако это приведет к увеличению стоимости продукции, а значит, к снижению ее конкурентоспособности на внутреннем и внешнем рынках. Кроме того, данный путь способствует сохранению негативных последствий, вызванных ростом тарифа на электричество, без возможности изменения существующей ситуации в будущем.

Но существует третий путь, позволяющий решить проблему удорожания электроэнергии, лежащий в рамках выполнения федерального закона № 261-ФЗ² по сокращению сверхнормативного потребления при транспортировке энергоресурсов, в том числе при транспортировке электричества по линиям электроснабжения.

По оценке академика Л. А. Добрусина, сверхнормативные потери при транспортировке электричества даже в магистральных электросетях могут достигать 11–40 % [1].

¹ Например, Павел Леонидович Караулан, эксперт Научно-экспертного совета рабочей группы по СЗФО при Совете Федерации Федерального Собрания Российской Федерации.

² Федеральный закон от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями).

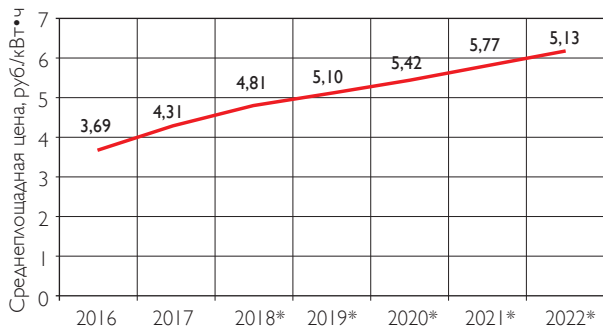


Рис. 1. Прогноз изменения цены электрической энергии для российских предприятий (автор П. А. Караулан¹)

В линиях электроснабжения, принадлежащих предприятиям-потребителям, значения потерь могут быть даже выше.

Поскольку потери электроэнергии при ее транспортировке входят в общий объем потребления электричества предприятиями и увеличивают расходы на ее оплату, то далее будем говорить о решении проблемы сверхнормативного потребления электричества (СНПЭ) при ее транспортировке.

Экономически эффективным решением проблемы СНПЭ может быть реализация на предприятиях всех отраслей специальных программ и установка целевых показателей. Например, правительством Московской области в государственной программе «Энергоэффективность и развитие энергетики» на 2014–2020 годы ставится задача сокращения потребления электричества при транспортировке до уровня 12,5 %.

Проблемы линий электроснабжения предприятий

Большинство линий электроснабжения предприятий имеют длительный период эксплуатации. В результате внешних и внутренних негативных воздействий (рис. 2) в различных местах по всей длине конструкции появляются скрытые дефекты, которые ухудшают условия транспортировки электричества и приводят к СНПЭ. Суммарная величина СНПЭ в кабельных линиях электроснабжения может достигать 30 % и более. При этом чем больший объем электричества передается по линии электроснабжения, тем быстрее возрастает величина СНПЭ, а значит, и негативные экономические последствия в виде дополнительных расходов.

Кроме того, за время эксплуатации как постоянно увеличивается количество скрытых дефектов (рис. 3) из-за внешних повреждающих воздействий, так и усугубляются уже существующие скрытые дефекты, полученные при изготовлении кабеля на заводе и при прокладке кабельной линии. В результате этого величина сверхнормативного потребления в линиях электроснабжения будет постоянно увеличиваться.

На примере предприятия с ежегодным объемом энергопотребления 1 млн кВт·ч показан экономический эффект, получаемый от ликвидации на нем СНПЭ (табл. 1). Рассмо-

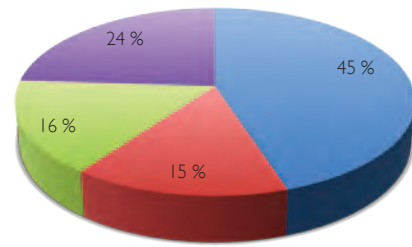


Рис. 2. Типичные дефекты кабельных линий

Рис. 2. Типичные дефекты кабельных линий

трен период ближайших пяти лет при увеличении стоимости электроэнергии на 1,5–2 руб./кВт·ч. Очевидно, что ликвидация СНПЭ в линиях электроснабжения позволяет значительно сократить ежегодное потребление электроэнергии и компенсировать дополнительные расходы из-за роста стоимости электричества (рис. 4)

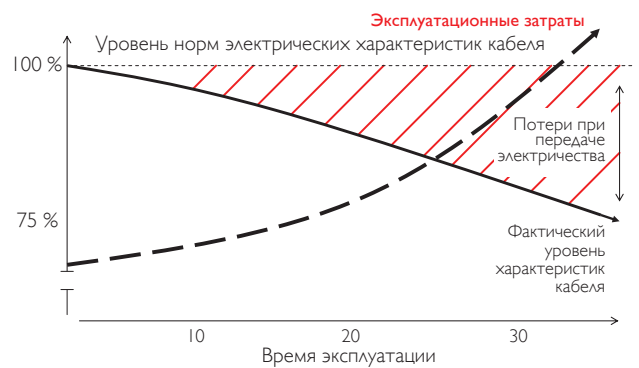
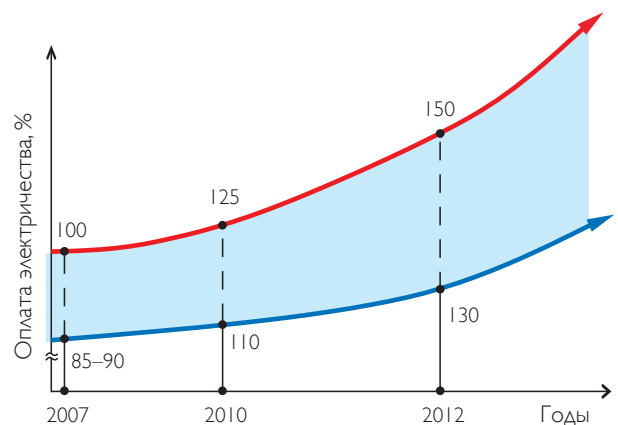


Рис. 3. Рост расходов предприятия при эксплуатации линий электроснабжения



Оплата электричества при росте тарифа:
 — с потерями — без потерь
 Дополнительный расход из-за потерь электричества в скрытых дефектах кабелей (занимающих всего 0,1–4,0 % длины кабельных линий)

Рис. 4. Расходы предприятий из-за потерь электричества в собственных кабелях

Таблица Экономический эффект, получаемый на предприятии от ликвидации СНПЭ

Показатели	Потребление электроэнергии	
	Существующее	Оптимальное (без СНПЭ)
Полезное потребление в электроустановках, %	100	100
Сверхнормативное потребление в линиях электроснабжения, %	30	0
Общее электропотребление, %	130	100
Высвобождаемая электрическая мощность (для других целей), %	0	30
Средства, идущие на оплату СНПЭ из-за роста тарифа в течение 5 лет (до 2023 года), млн руб.	100	0
Высвобождаемые средства на оплату электричества на период 5 лет (до 2023 года), млн руб.	0	20–30
Экономическая эффективность	Нет	Да

Факторы, тормозящие ликвидацию СНПЭ

Практической реализации сокращения общего энергопотребления за счет ликвидации СНПЭ на предприятиях препятствуют такие факторы, как:

- ограниченные возможности действующей нормативной базы³ и существующих технических средств для целей достоверного выявления причин и мест СНПЭ в эксплуатируемых линиях электроснабжения. Например, согласно действующим нормативам, необходимо учитывать только один параметр кабельных линий электроснабжения, а именно – сопротивление изоляции;
- недостаточная квалификация технического персонала для организации работ по сокращению общего потребления и ликвидации СНПЭ в линиях электроснабжения с учетом требований и целевых показателей закона № 261-ФЗ;
- отсутствие методик, инструкций, правил и стандартов по выявлению СНПЭ с применением современных технологий и специальных технических средств.

Для выявления причин СНПЭ требуется применение современной технологии (рис. 5) [2–4], суть которой состоит в выполнении требований закона № 261-ФЗ по выявлению в линиях электроснабжения скрытых дефектов – фактических причин СНПЭ. Получаемые при этом достоверные данные позволяют на практике организовывать и проводить плановые ремонтные работы по ликвидации выявленных дефектов.



Оптимизация затрат на повышение энергоэффективности линий электроснабжения

При достижении экономического эффекта и оптимизации затрат нужно учитывать:

- объем передаваемой электрической мощности;
- данные технического освидетельствования линий электроснабжения;
- длительность эксплуатации линий электроснабжения.

Вначале выявляется группа линий с наибольшим объемом передаваемой электрической мощности и проводится оптимизация затрат путем перераспределения и увеличения этой группы за счет других линий, имеющих меньший экономический эффект от проведения мероприятий по повышению их энергоэффективности.

Затем проводится дополнительная коррекция с целью сокращения количества линий в данной группе. Для этого используется коэффициент энергетической эффективности транспортировки электрической мощности ($K_{ЭЭ}$), который определяется для каждой линии как отношение объема передаваемой мощности к фактическим потерям.

В результате выполняются два основных условия экономической эффективности и срока окупаемости затрат на мероприятия по повышению энергоэффективности линий: во-первых, по объему передаваемой электрической мощности, во-вторых, по потенциалу электросбережения (объему фактических потерь).

Сокращение количества линий электроснабжения за счет коррекции позволяет оптимизировать затраты также и за счет линий, где при большом объеме передаваемой мощности нет сверхнормативных потерь электроэнергии, а технологические потери находятся в пределах установленных норм.

В связи с отсутствием данных технических освидетельствований о причинах фактических потерь СНПЭ предлагается инструментальное обследование линий электроснабжения по современной технологии (рис. 5), соответствующей закону № 261-ФЗ.

По фактическим данным инструментальных обследований, по количеству, местоположению и виду скрытых дефектов и повреждений, влияющих на СНПЭ в линиях,

³ Подробнее в полной версии статьи https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=7399.

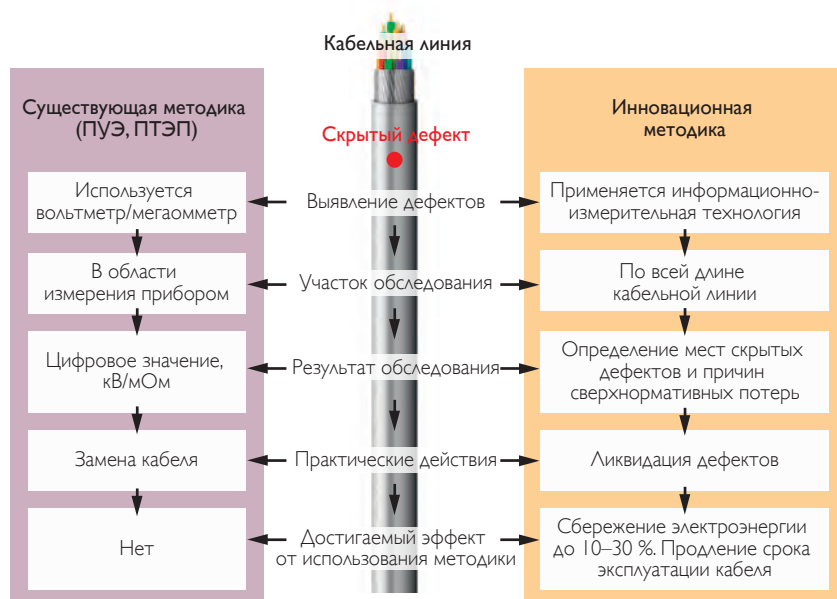


Рис. 5. Сравнение возможностей существующей нормативной базы и современных технологий

проводится выбор конкретных мероприятий, обеспечивающих достижение экономического эффекта⁴.

Для определения экономического эффекта и срока окупаемости вводится критерий предельно допустимых затрат (ПДЗ) на мероприятия повышения энергоэффективности линий электропередачи и ликвидации причины СНПЭ. В количественном выражении объем затрат не должен превышать существующие расходы на оплату СНПЭ, которые включают:

- проведение энергетических обследований и анализ полученных результатов;
- разработку оптимального варианта планово-восстановительного ремонта;
- определение номенклатуры заменяемых элементов и их количество;
- стоимость работ.

Величина ПДЗ для линий электропередачи предприятия определяется суммой затрат на обследования + анализ + ремонт/замену + материалы + работу.

Экономический эффект в денежном выражении определяется разницей между величиной расходов на электроэнергию из-за СНПЭ и затратами на повышение энергоэффективности линий электропередачи с целью ликвидации причин СНПЭ.

Комплекс работ по сокращению общего потребления электричества

С целью снижения общего потребления электроэнергии за счет сокращения СНПЭ при транспортировке длительно эксплуатируемых систем электропередачи, принадлежащих предприятию, выполняется комплекс⁵ работ:

- создание нормативной базы (стандарт предприятия) применения новейших технических средств и технологий, пред-

усмотренных законом № 261-ФЗ инструментальных обследований линий и систем электропередачи предприятий;

- разработка методических рекомендаций по использованию полученных данных инструментальных обследований для достоверного выявления СНПЭ в конкретных типах и конструкциях линий электропередачи;
- создание паспортов с результатами инструментальных обследований линий электропередачи и рекомендуемыми мероприятиями по ликвидации СНПЭ;
- оценка фактического технического состояния линий электропередачи и выделение групп с разным количеством СНПЭ, а также группы риска;
- внедрение и сопровождение новейших технологий и технических средств с подготовкой местных специалистов для самостоятельной эксплуатации в условиях конкретных предприятий;

- оценка экономического эффекта от реализации мероприятий по повышению энергоэффективности линий электропередачи при ликвидации СНПЭ;

- поддержание энергоэффективности линий систем электропередачи в предстоящие периоды эксплуатации на основе баз данных инструментальных обследований;

- обеспечение высокого качества выполнения плановых ремонтных работ при ликвидации причин СНПЭ в конкретных линиях электропередачи;

- обеспечение качества продукции, приобретаемой для ликвидации причин СНПЭ в линиях электропередачи, а также при приемке новых линий, возводимых подрядными электромонтажными организациями на условиях тендеров;

- определение показателя энергоэффективности для кабельной продукции, приобретаемой предприятиями различных сфер деятельности по условиям закона № 44-ФЗ⁶ с целью предотвращения поставки продукции низкого качества и фальсификата.

Литература

1. Добрусин Л. А. Повышение энергоэффективности электросетевого комплекса России // Энергосбережение. 2013. № 7.
2. Космачев А. Ф. Выявление сверхнормативных транспортных потерь в электрических сетях потребителей // Энергонадзоринформ. 2013. № 4.
3. Космачев А. Ф. Инновационная технология сокращения энергопотерь на промышленных предприятиях // Обзорные современные технологии. 2014. № 32. С. 18–19.
4. Космачев А. Ф. Выявление сверхнормативных транспортных потерь в электрических сетях // Энергосбережение. 2015. № 2. ■

⁴ Алгоритм оптимизации затрат представлен в полной версии статьи.

⁵ Разработан в Центре энергосбережения и энергоэффективности электропередачи объектов связи, организованном при Ленинградском отделении центрального научно-исследовательского института связи (филиал ФГУП ЦНИИС – АО ЦНИИС).

⁶ Федеральный закон от 5 апреля 2013 года № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд».